

(Translation)

Case: Japanese Patent Laid-Open Publication No. 126213/1980

Title: MAGNETO-OPTICAL CONVERTER

Applicant: Philips, NV

3. Detailed Description of the Invention

The present invention relates to a magneto-optical converter comprising: a light source; a polarizer; an analyzer; a base plate disposed between the polarizer and the analyzer, the base plate having on a first surface thereof a Faraday rotation layer including a plurality of modulation elements; and an electron device that switches a magnetized condition of a selected modulation element; wherein the modulation elements produce a Faraday effect corresponding to the magnetized conditions, and a polarized surface of a light beam is rotated by the Faraday effect, the light beam being generated by the light source to transmit the layer.

A basic theory about a magneto-optical converter or an optical switching device is described in "Applied Optics" July, 1968, pp 243 - 2433. A more detailed explanation about an optical modulator of this type is shown in DE-A1-2606596. The modulator of this type is capable of selectively electronically switching, by a thermo-magnetic switching method, magnetized conditions of thin-layer modulation elements supported on a substrate.

The magnetized conditions are visible as a light and shade distribution by the Faraday effect. Thus, the optical modulator of this type can be used to optically display data as a transparent element which can be electronically switched. Once a predetermined magnetized condition is set, the magnetized condition is indefinitely maintained. However, it is possible to switch the magnetized condition if necessary.

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭55—126213

⑤ Int. Cl.³
G 02 F 1/09

識別記号

庁内整理番号
7036—2H

⑭ 公開 昭和55年(1980)9月29日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 8 頁)

④ 磁気 - 光学光変調器

セ14213

① 特 願 昭54—33162

② 出 願 昭54(1979)3月20日

③ 発 明 者 ベルンハルト・ヒル

ドイツ連邦共和国2000ハンブル
ク61パウル・ゾルゲシュトラ⑦ 出 願 人 エヌ・ベー・フィリップス・フ
ルーイランペンファブリケン
オランダ国アインドーフエン・
エマシゲル29

⑧ 代 理 人 弁理士 杉村暁秀 外1名

明 細 書

1. 発明の名称 磁気 - 光学光変調器

2. 特許請求の範囲

1. 光源と、偏光子と、検光子と、該偏光子と検光子との間に配置され、第1面に複数の変調素子を含むファラデー回転層が設けられた基板と、選択された変調素子の磁化状態をスイッチングする電子装置とを具え、前記変調素子はそれらの磁化状態に応じたファラデー効果をもつものとし、該効果により前記光源により発生され前記層を透過する光ビームの偏光面を回転させるようにした磁気 - 光学光変調器において、前記光源は2つの色を発生すると共に光ビームの偏向面を波長に応じて回転する光学分散素子と組み合わせられ、前記ファラデー回転層は各変調素子が前記偏光子と相まって前記光源から発生された2つの色の一方の色又は他方の色を透過又は遮断し得る変調特性を有するものとしたことを特徴とする磁気 - 光学光変調器。

2. 特許請求の範囲 / 記載の磁気 - 光学光変調器において、各変調素子は2つの磁化状態を有するものとし、且つ変調特性上の動作点を、一方の磁化状態においては略々一方の色の光のみが透過されるように選定したことを特徴とする磁気 - 光学光変調器。

3. 特許請求の範囲 / 記載の磁気 - 光学光変調器において、前記基板の第1面と反対側の第2面にも第1面上のファラデー回転層と同一幾何学形状及び位置の第2ファラデー回転層を設けて、第1面上の(第1)変調素子を透過した各光ビームの偏向面を第2面上の第2変調素子により第1変調素子と独立にスイッチングし得るようにすると共に、変調特性上の動作点を、両変調素子の第1スイッチング位置においては略々一方の色の光のみが透過され、両変調素子の第2スイッチング位置においては略々他方の色の光のみが透過され、両変調素子の第3スイッチング位置においては2つの色の光とも略々スイッチングされる

ように定めたことを特徴とする磁気-光学光変調器。

- 4 特許請求の範囲3記載の磁気-光学光変調器において、前記第1及び第2面上のフアラデー回転層の層厚を相違させ、これに対応して変調特性上の動作点を選定して2つの色の光の1つについてのみのスイッチングに加えて2色の光とも共通にスイッチできるようにしたことを特徴とする磁気-光学光変調器。

3 発明の詳細な説明

本発明は光源と、偏光子と、検光子と、該偏光子と検光子との間に配置され、第1面に複数個の変調素子を含むフアラデー回転層が設けられた基板と、選択された変調素子の磁化状態をスイッチングする電子装置とを具え、前記変調素子はそれらの磁化状態に応じたフアラデー効果を有するものとし、該効果により前記光源により発生され前記層を透過する光ビームの偏光面を回転させるようにした磁気-光学光変調器に関するものである。

(3)

この目的は、上述の種類の光変調器において前記光源を2つの色を発生するものとすると共に該光源を、光ビームの偏向面を波長に応じて回転する光学分散素子と組み合わせ、前記フアラデー回転層は各変調素子が偏光子と相まつて、光源から発生された2つの色の一方の色又は他方の色を透過又は阻止し得る変調特性を有するものとするこ

とにより達成される。

各変調素子は2つの磁化状態を有し、変調特性上の動作点は一方の磁化状態のときは一方の色光のみが透過され、他方の磁化状態のときは他方の色光のみが透過されるように選択するのが有利である。

更に、基板の第1面と反対側の第2面にも第1面上のフアラデー回転層と同一幾何形状及び位置の第2フアラデー回転層を設けて、第1面上の(第1)変調素子を通過した各光ビームの偏向面を第2面上の第2変調素子により第1変調素子と独立にスイッチし得るようにすると共に、変調特性上の動作点を、両変調素子の第1のスイッチン

(3)

磁気-光学光変調器或は光スイッチの基礎理論は"Applied Optics" July, 1968, pp243-2433に記載されており、上述の種類の光変調器の更に詳細な記述はドイツ国特許出願公告第2606596号公報に見られる。この種の変調器は基板上に支持された薄層変調素子の磁化状態を熱磁気スイッチング法により純電子的に選択的にスイッチングすることができる。

磁化状態はフアラデー効果により明-暗分布として可視化することができるため、この種の光変調器は電子的にスイッチ可能な透明素子としてデータの光学表示に用いることができる。一旦所定の磁化状態が発生すると、その磁化状態はいつまでも維持されるが、必要に応じて切り換えることもできる。

本発明の目的は、ダイクロイック(2色)光の空間光変調用磁気-光学変調素子のスペクトル特性を巧みに利用し、2つの色についての色選択及び色変調を各変調素子で同時に行ない得るようにしてデータのカラー表示を達成せんとするにある。

(4)

第1位置では略々一方の色の光のみが透過され、第2のスイッチング位置では略々第2の色の光のみが透過され、第3のスイッチング位置では両光とも略々スイッチオフされるように定めるのが特に有利である。

本発明の本質的な利点は、磁気-光学変調素子の数を増さずに、しかも表示の光分布の精細度を制限しないで多色表示ができる点にある。

図面につき本発明を説明する。

第1a及び1b図は2個の偏光箔PF₁及びPF₂から成る偏光光学系内における1個の磁気-光学変調素子の断面図である。磁気-光学変調素子MSは基板Suの例えば10×10μm²或はそれより大きい区域をカバーする薄い磁気-光学層(例えば3〜8μmの厚さ)から成り、例えば特定の不純物が添加された鉄ガーネット層で形成することができる。

磁気-光学層を薄い透明電極で被覆し、この電極を経てスイッチング用の電流パルスを供給する。このパルスにより磁気層を数マイクロ秒間加熱し

(4)

て、熱-磁気効果により層の内部磁化を外部から供給される磁界の方向に向けることができる。この場合層面に垂直に互に逆向きの2つの磁化方向が可能である。これら磁化方向は新たな電流パルスによつて磁界内で新たなスイッチングが行なわれるまでの任意の期間維持(記憶)される。

上記の互に逆向きの磁化方向に従つて、例えば偏光箱 PF₁ で発生された偏光の偏光面は光伝播方向において右又は左に角度 $\pm\varphi$ だけ回転する。光強度変調を可能にするためには、もう1つの偏光箱 PF₂ を出力側に、その透過方向が入射光の偏光面の垂直線に対しある角度 β_0 を含むように配置し、その透過方向が変調素子 MS から出る光の偏光面に直交するよう調整すると、光は透過しない。しかし、変調素子の磁化が切換えられ、光が出力し得る。前記透過方向が光の偏光面に一致するときに、出力として最大光強度 I_{2max} が得られるが、一般に、角度 β_0 に応じて出力光強度はこの最大強度に次のように関連する。

$$\frac{I_2}{I_{2max}} = \sin^2(\beta_0 \pm \varphi)$$

(7)

応じて変化する。これがため、例えば2種の波長に対しこれらの値を同時に調整するためには波長に応じて偏光面を調整し得る分散素子が必要となる。

斯る素子は、例えば石英、辰砂等のような固体内或は蔗糖、硝酸ナトリウム等の液体内における偏光の偏光面の回転を用いて実現することができる。磁性材料内のファラデー回転を用いることもできる。

例えば所定断面の石英板を用いて、入射光ビームが所定の厚さの該板を通過する際にその偏光面を所定量だけ回転させることができる。他の波長に対しては他の回転が得られる。本発明では、2種の波長に対する回転を、該板前の同一偏光方向に対して該板の背後の両波長の光の偏光面間に $|\beta_0(\lambda_1)| + |\beta_0(\lambda_2)|$ の角度が発生するように調整する。この場合、この板 (PL) を第3図に示すように2個の偏光箱 PF₁, PF₂ と光変調素子 (MS, SU) との間に配置する。両偏光箱の相互位置を調整し、変調特性上の動作点 $\beta_0(\lambda_1)$ 及び $\beta_0(\lambda_2)$

(8)

この関数は装置の変調特性を表わす(第2図)。

は

$$\eta_F = \sin^2(|\beta_0| + |\varphi|)$$

はファラデー効果による変調素子の光学的効率を表わす(吸収や反射は無視してある)。

変調特性上の選択した動作点 β_0 に対する大強度と小強度の比はスイッチングコントラスト C

$$C = \frac{\sin^2(|\beta_0| + |\varphi|)}{\sin^2(|\beta_0| - |\varphi|)}$$

と呼ばれている。

動作点の選び方により、スイッチングコントラストは理論的には0から ∞ までの値に調整することができる。しかし、実際上は、ファラデー効果に加えて基板内に生ずる応力複屈折及び両偏光箱の有損消衰率により制限される。

斯る光変調素子のファラデー効果は波長に著しく依存する。可視範囲内の短波長光と長波長光に対するファラデー効果の間には1:3の差がある。従つて、調整固定された偏光箱の動作点 (β_0) に対しスイッチングコントラスト及び効率も波長に

(9)

を、変調素子 MS のスイッチング位置1において一方の波長の光がスイッチオフ、他方の波長の光がスイッチオン、スイッチング位置2において一方の波長の光がスイッチオン、他方の波長の光がスイッチオフするように調整する。斯くすれば変調素子をスイッチングすることにより一方又は他方の色の光を出力側に交互に発生させることができる。

例えば、ビスマスを多量に含有する鉄ガーネットの6 μ m厚の層を用いると、2つの波長 $\lambda_1=620$ nm 及び $\lambda_2=540$ nm (赤及び緑) に対し、下記のファラデー回転が得られる。

$$\lambda_1(620\text{nm})=12^\circ, \lambda_2(540\text{nm})=30^\circ, \\ \text{動作点 } \beta_0(620\text{nm})=12^\circ \text{ 及び } \beta_0(540\text{nm})=30^\circ \text{ の場合に両波長に対し最}$$

速な消衰率が得られる。例えばポラロイド箔を偏光子として用いると、約100のスイッチングコントラストを達成することができる。

振動面の所装の分岐は例えば軸に垂直にカットした6.3mm厚の石英板で調整することができる。上記2つの色の光の振動面間の角度は22°に調整

する。

両光に対するファラデー効率 η_F は

$$\eta_F(620\text{nm}) = 17\%$$

$$\eta_F(540\text{nm}) = 75\%$$

鉄ガーネット層内における光吸収（これも波長に強く依存する）も考慮に入れると、上述の例の場合、明位置において両光が上述の光スイッチング装置を通過する量はその入射光量の約10%となり、各光に対する総合効率は

$$\eta_{\text{総合}}(620\text{nm}) = 10\%$$

$$\eta_{\text{総合}}(540\text{nm}) = 10\%$$

となる。

動作点は各色光が完全にスイッチオフしないように調整して所定のスイッチングコントラストC(2)が得られるようにすることもできる。この場合所定の混合色が両スイッチング位置に対し現われる。

例えば、上述の鉄ガーネット層に対し動作点を

$$\beta_0(620\text{nm}) = 22^\circ$$

$$\beta_0(540\text{nm}) = 50^\circ$$

に選ぶと、2色の光に対し約10%のスイッチングコ

(11)

して供給することができる。

本発明によれば、一つの色から他の色へのスイッチングが極めて速いので一方の色から他方の色へのスイッチング及びその逆へのスイッチングのデューティサイクルを変化させることにより、一時的に変化し得る混合色を調整することができると共に、スイッチングを高速に行なつて観察者にはスイッチング状態の積分平均値のみが見えるようにすることもできる。また、一方の色から全ての混合色を経て他方の色に連続的に変るように調整することもできる。

本発明の他の例では2色間をスイッチングするのみならず2色のスイッチオン及びオフもできるようにする。この目的のため、ライン状又はマトリックス状の変調構造を基板Suの前面のみならず後面にも設け、この変調構造は前面側の構造と同一の幾何学形状及び位置とする（第5a - d図）。このようにすることは、例えばエピタキシャル製造される鉄ガーネット層の場合には製造中のデイツプ処理により鉄ガーネット層が基板Suの前面

(13)

特開昭55-126213(4)

ントラストが得られると共に、ファラデー効率は

$$\eta_F(620\text{nm}) = 22\%$$

$$\eta_F(540\text{nm}) = 97\%$$

となる。そして光吸収を含めた総合効率は

$$\eta_{\text{総合}}(620\text{nm}) = 19\%$$

$$\eta_{\text{総合}}(540\text{nm}) = 13\%$$

となる。この場合、装置の出力において一方のスイッチング位置では13%（入射光量に対し）の緑色光が1.9%の赤色光と混合され、他方のスイッチング位置では19%の赤色光が1.3%の緑色光と混合される。この場合、分散素子としての石英板を10.8mmの厚さとして両光の振動面間に $22^\circ + 50^\circ = 72^\circ$ の角度差を発生させる必要がある。

分散素子を有する1個の光源の代りに、一方の色及び他方の色に対する2個の光源を用いることができ、これら光源は振動面の角度位置を対応して予め回転させた2個の各別のボラロイド偏光板で形成することができる。これら両光源の光はカラーテレビジョンカメラに用いられているような色-選択反射装置を介して鉄ガーネット層に重量

(12)

及び後面上に設けられてるので特に簡単にできる。

"通常"の用途では後面上の層は除去される。

基板Suの前面V及び後面R上の変調構造は各別の光ビームを変調素子MSV、MSRにより互に独立のパラメータでスイッチングすることができる。前面及び後面上の変調素子が同一の層厚の場合、第5a ~ 5d図に示すように4つの可能なスイッチング位置において3つの異なる値の総合ファラデー回転が得られる。この場合、変調特性上における2つの波長の光に対する動作点は第6図に示すように調整して、2つのスイッチング位置2, 3において2つの色が略々スイッチオフされ、スイッチング位置1及び4において2つの色の何れか一方又は他方がスイッチオンされるようにすることができる。

他の動作点を選択することによりスイッチング可能な混合色を発生させることもできる。本例では種々のスイッチング位置間を高速にスイッチングすることにより、人間の目に対し、或は積分記録材料を用いれば輝度変調された多色表示を得る。

(14)

こともできる。例えば一方の色及び他方の色を可変デューティサイクルで高速に順次スイッチオン及びオフすることにより輝度変調された色表示が得られる。

前面側及び後面側の変調構造の層厚はエッチングにより異なる厚さにすることができる。例えば、前面側の層厚を後面側の層厚の2倍にすることができる。この場合、前面側のフアラデー回転を $\pm\varphi$ とすると、 $-\frac{3}{2}\varphi; -\frac{1}{2}\varphi; +\frac{1}{2}\varphi; +\frac{3}{2}\varphi$ の総合回転を4つのスイッチング位置に調整することができる。このようにすれば色変調に対し4つの混合色を実現することができる。

第7図は分散媒体の上乗板PL(例えば石英板)を有するスイッチングマトリックスの一例を示す。個々の変調素子は補償点の外側で駆動され、印加磁界によつてのみスイッチされる。磁界は、変調素子MS上に、それらの側面に平行に対をなして水平及び垂直に延在し変調素子の外縁部を被覆する蒸着導体トラック9, 9'及び10, 10'により発生される。関連する1対の導体トラックに互に反

(15)

$1(\lambda_2), 2, 3(\lambda_1), 2, 3(\lambda_2), 4(\lambda_1), 4(\lambda_2) \dots$ スイッチング位置。

対方向に電流を流すと、平行導体トラック9, 9'及び10, 10'間に最大磁界が発生し、この磁界が変調素子の中心部2に加わる。このように変調素子の中心部にはその周辺部の約2倍の強度の磁界が形成され、この磁界を選択的に用いることができる。尚、偏光子及び検光子は明瞭のため図示していない。

4 図面の簡単な説明

第1a及び1b図は磁気-光学光変調素子の断面図、第2図はその効率曲線を示す図、第3図は本発明による磁気-光学光変調器の一例の断面図、第4図はその効率曲線を示す図、第5a～5b図は2重光変調素子を具える本発明光変調器の他の例の断面図、第6図はその効率曲線を示す図、第7図は本発明光変調器のスイッチングマトリックスの一例の平面図である。

PF₁, PF₂ … 偏光箔、MS: MSV, MSR … 磁気-光学光変調素子、Mu … 基板、PL … 分散素子、 $\rho_0(\lambda_1), \rho_0(\lambda_2) \dots$ 動作点、 $\pm\varphi(\lambda_1), \pm\varphi(\lambda_2) \dots$ フアラデー回転角、9, 9': 10, 10' … 導体トラック、1, 2: $1(\lambda_1),$

(16)

特許出願人 エヌ・ペー・フィリツクス・
フルーイランベンフアブリケン

代理人弁理士 杉 村 興 

同 弁理士 杉 村 興 

(17)

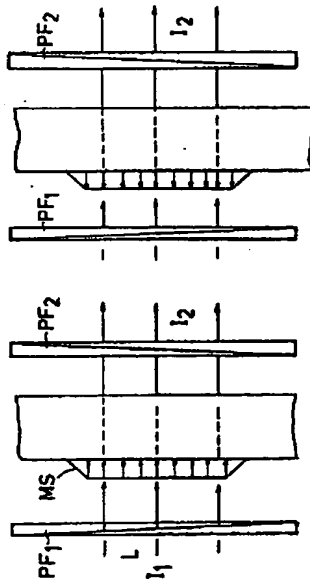


FIG. 1a

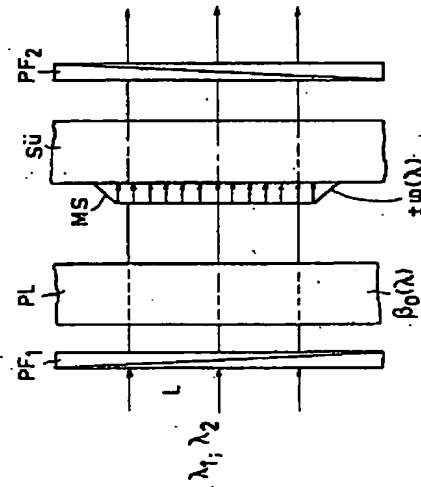
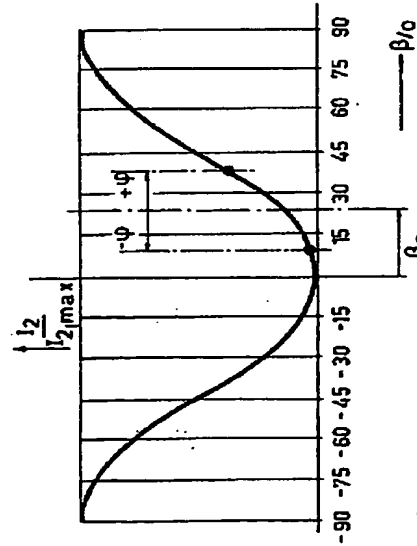


FIG. 3



$$\frac{I_2}{I_{2\max}} = \sin^2(\beta_0 \pm \varphi)$$

$$\eta_F = \frac{\sin^2(\beta_0 + \varphi)}{\sin^2(\beta_0 - \varphi)}$$

FIG. 2

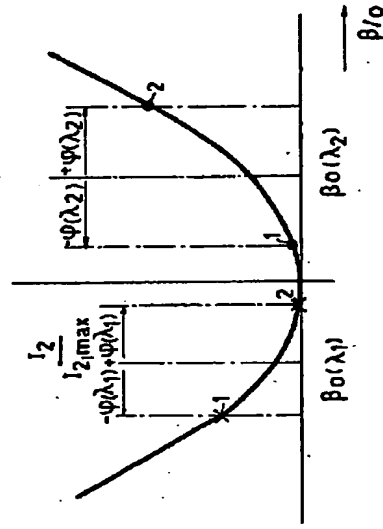


FIG. 4

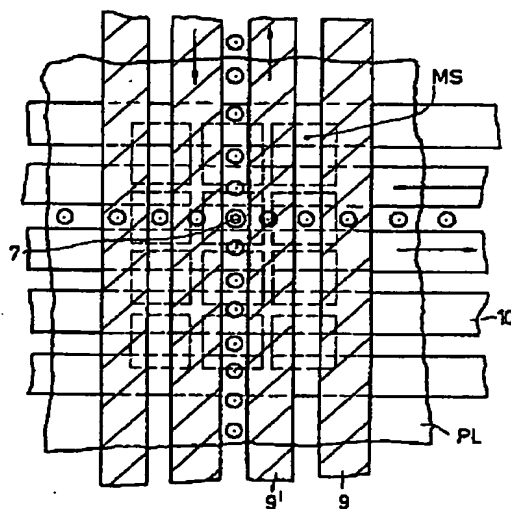
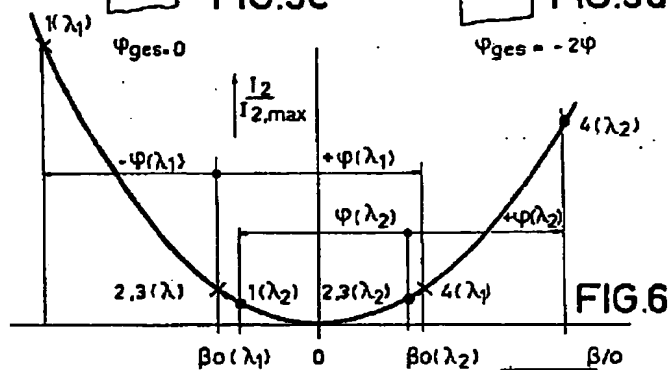
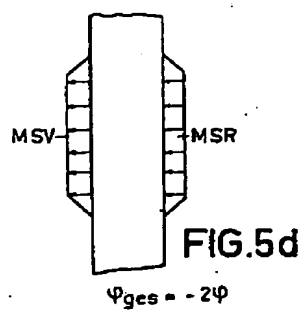
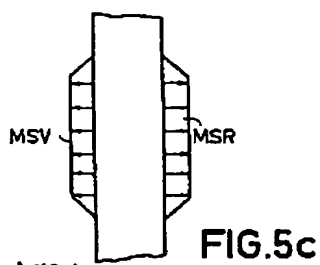
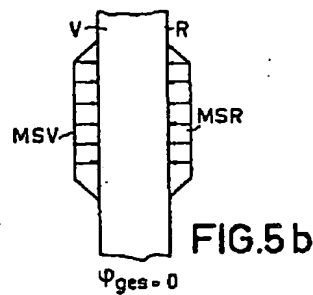
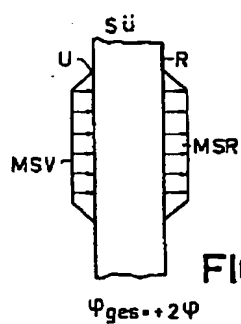


FIG. 7

手 続 補 正 書

1. 明細書第16頁第12行の「第sa~sb.図」を
「第sa~sd.図」に訂正する。

昭和 55 年 7 月 3 日

特許庁 長官 川 原 能 雄 殿

1. 事件の表示

昭和 55 年 特 許 願 第 33162 号

2. 発明の名称

磁気 - 光学光変調器

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

名 称 エヌ・ペー・ファイリフス・
フルーイランペンフアブリケン

4. 代 理 人

〒100 東京都千代田区霞が関3丁目2番4号
霞 山 ビルディング 7 階
電話 (581) 2241 番 (代表)

代理人弁理士

杉 村 曉 秀 外1名

(5925) 弁理士 杉 村 曉 秀
外 1 名

5. 補正命令の日付 昭和 55 年 6 月 26 日

6. 補正の対象 明細書の図面の簡単な説明の欄

7. 補正の内容 (別紙の通り)

(2)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.